

коллоидных частиц, микроорганизмов и органических примесей, рекомендуется использовать способ ультрафильтрации.

Таким образом, в нашей стране проводится широкомасштабная работа в целях дальнейшего повышения социально-бытового уровня туркменского народа, совершенствования деятельности отечественной водохозяйственной сферы.

Литература

1. Туркменское озеро «Алтын Асыр». – Ашгабат, 2010. – 104 с.
2. Костяной, А. Г. Туркменское озеро «Алтын Асыр»: спутниковый мониторинг его создания / А. Г. Костяной, И. С. Зонн, Д. М. Соловьев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т. 1. – С. 219–227.
3. Келова, М. G. Altyn asyr Türkmen kölüniň Akýaýla suw howdanynyň zeyakaba şor suwlarynyň himiki düzümi / М. G. Келова, А. А. Işangulyýew, В. Ý. Atamanow // Türkmenistanda ylym we tehnika. – 2018. – № 1. – Р. 85–89.

УДК 624.132

Проведение эксперимента и анализ разлета осколков горной массы при проведении подледных буровзрывных работ

Григорьев Д. В.¹, Гарибин П. А.²

¹Филиала АО «ОЭК»

Красноярск, Российская Федерация,

²Государственный университет морского и речного флота

им. адмирала С. О. Макарова

Санкт-Петербург, Российская Федерация

В статье приведено описание уникальных подледных буровзрывных работ, проводимых при дноуглублении акватории строящегося арктического нефтеналивного терминала. Детально рассмотрена технология производства работ, применяемые материалы и механизмы.

Буровзрывные работы под водой – совокупность работ по детонации установленных зарядов взрывчатых веществ, размещенных под водой.

Впервые буровзрывные работы под водой были проведены польским государственным деятелем, дворянином Н. Тарло в 1548–1572 гг. для повышения навигационных условий р. Неман.

Основные же научные теории и практики проведения подводных буровзрывных работ были сформированы русским военным инженером в области минного дела, инженер-генерал-лейтенантом М. М. Боресковым, под

руководством которого в 1858 были выполнены работы по углублению подводными взрывными работами судового канала Днепровского лимана.

В современной строительной индустрии подводные взрывы широко используются при:

- производстве дноуглубительных и ремонтных работ на акватории рек, каналов и морских портов;
- строительстве и реконструкции гидротехнических сооружений (причалов, набережных, берегоукреплений, дамб и т. п.);
- устройстве траншей и каналов под линейными инженерными коммуникациями (газо- и нефтепроводы и т. д.);
- уплотнении несвязных грунтов;
- разрушения и последующего извлечения из-под воды затонувших судов, предметов и конструкций, и т. д.;
- подрыве ледяных заторов в рамках противопоаводковых мероприятий).

Согласно общепринятым технологиям буровзрывные работы под водой выполняются с помощью скважинных, шпуровых и наружных (накладных) зарядов взрывчатых веществ, в некоторых случаях (при сейсморазведке, уплотнении грунтов, штамповке металлов) используются открытые или подвесные заряды взрывчатых веществ.

Метод накладных зарядов применяют при мощности снимаемого грунта (съема) до 0,4–0,5 м и крепости взрываемых пород до VIII группы по СП [1], а также при взрывании песчаных перекаатов, отдельных камней и элементов конструкций. Шпуровые заряды используются при мощности съема до 1–2 м, крепости пород выше VIII группы, скважинные заряды – при съеме более 2,0 м пород любой крепости. Качество дробления пород определяется способом ее уборки и типом используемых землеуборочных механизмов. Как правило, глубина взрывного рыхления превышает мощность проектного съема пород на 0,3–0,5 м (багермейстерский запас). Расчетная линия наименьшего сопротивления принимается больше глубины рыхления на 0,2–0,4 м.

Для производства работ по подводному буровзрыву используются преимущественно водостойкие виды взрывчатых веществ (тротил, алюмотол и гранулотол), кинетические характеристики которых в водона-полненном состоянии в 1,2–1,3 раза выше, чем в сухом виде, либо неводоустойчивые взрывчатые вещества в гидроизоляционных оболочках (аммонит, гранулиты и др.).

Характеризуется слабым затуханием ударных волн вследствие малой сжимаемости водной среды. В результате подводного взрыва заряда взрывчатых веществ возникает газовый пузырь, давление внутри которого значительно выше, чем в окружающей среде. Расширяясь, газы образуют в воде

ударную волну. Когда фронт ударной волны достигает свободной поверхности, вода, находящаяся под действием огромного давления за фронтом ударной волны, движется в сторону слабосопротивляющегося воздуха. При этом сначала наблюдается небольшой всплеск за счет быстрого расширения сжатого поверхностного слоя воды, а затем начинается общий подъем всей массы воды, находящейся между ее поверхностью и газовым пузырем. В результате этого возникает столб воды («султан»), поднимающийся на значительную высоту над местом взрыва заряда.

В случае, если над толщей воды располагается слой ледового покрова, то он служит естественным укрытием, препятствующим распространению взрывной волны. В рассматриваемой статье рассмотрен как раз пример распространения взрывной волны под водой с наличием ледяного покрова толщиной более 1,5 метров [2–4].

Основной задачей сопровождения при проведении буровзрывных работ, описываемого в настоящей статье, является определение естественных условий, влияющих на величину разлета осколков горной массы, определение фактической зоны поражения при подледных буровзрывных работах на акватории, а также анализ характера разлета осколков горной массы.

Производство взрывных работ на рассматриваемом участке велось с применением материалов и механизмов, перечисленных в табл.

Таблица

Применяемые техника, оборудование и взрывматериалы

Наименование (оборудование, параметр БВР)	Тип, наименование, значение
Буровая установка	УРБ-2А2, УРБ-2Д3, Sandvik Leopard Di-550
Диаметр скважин, мм	165 мм
Взрывчатое вещество	Гранулотол
Средства инициирования	НСИ Коршун-М, Искра, Rionel
Взрывной прибор	УПЭ-1,5/Х
Заложение скважин	Вертикальное
Конструкция заряда:	Сплошной
Буровые материалы	Коронки буровые диаметром 165 мм; Буровые штанги 102 мм

До начала производства работ на льду, на рассматриваемом участке акватории, посредством бурения контрольных лунок велся мониторинг толщины ледового поля. На момент проведения буровзрывных работ толщина ровного льда составляла 1,65 м.

Среднее значение толщи воды от низа льда до морского дна, в соответствии с промерами ручным лотом, составляет 8,7 м.

Также, для последующей оценки влияния сопротивления ледового поля на величину разлета осколков горной массы, образуемой в результате подрыва взрывчатого вещества, непосредственно перед взрывом были взяты образцы (кубики) льда размерами 100×100×100 мм.

В строительной лаборатории на площадке строительства были проведены испытания по определению прочности образцов на сжатие. В лабораторных условиях установлено, что среднее значение прочности льда составляет 0,26 мПа.

Закладка взрывчатого вещества велась со льда, с применением обсадных труб, по аналогии с буровыми работами, проводимыми на земной поверхности (карьеры, профильные выемки и т. п.) в следующей последовательности [5]:

- перед началом бурения маркшейдер, при помощи электронного тахеометра, замеряет в течение 4 суток каждые три часа абсолютные отметки ледового поля (32 замера). Определяется максимальная, минимальная и средняя абсолютная отметка ледового поля. Исходя из этого определяется общая длина обсадной трубы для каждой скважины, (с учетом 300 мм превышения устья трубы над льдом), исходя из средней абсолютной отметки ледового поля;

- выполнена очистка поверхности льда от снега в местах расположения скважин;

- при помощи тахеометра была выполнена разметка скважин. Каждая скважина отмечалась вешкой;

- выполнить установку наблюдательных маячков за ледовым полем (для мониторинга пространственного положения и смещений);

- при помощи мотобура в месте скважины бурилась лунка диаметром 200 мм;

- при помощи ручного лота выполнялся замер глубины в месте бурения каждой скважины;

- выполнялась подготовка обсадной трубы необходимой длины;

- велся спуск обсадной трубы диаметром 180 мм до упирания конца обсадной трубы в дно, при этом второй конец установленной обсадной трубы должен находиться выше поверхности воды (льда). Спуск трубы велся при помощи автомобильного крана с поверхности льда, с контролем вертикальности монтажа при помощи строительного лазерного уровня;

- после погружения выполнялась обрезка конца обсадной трубы, до размера 300 мм над поверхностью льда. Обрезка производилась при помощи углошлифовальной машины (УШМ);

- бурение скважин в скальном грунте (рис. 1).



Рис. 1. Производство буровых работ на льду

Во время проведения буровых работ на ряде участков не было обнаружено скального грунта. Мягкие грунты были пробурены до проектной отметки низа скважины. В таких местах обсадные трубы не устанавливаются и буровзрывные работы не ведутся. При помощи рулетки Р20Н2Г с грузом проводится замер глубины каждой скважины, параметры сетки скважин и составляется акт приема-сдачи обуренного блока.

После завершения устройства скважин были произведены работы по закладке взрывчатого вещества и организации взрыва:

- организована запретная зона, на которой ведется производство работ и ее ограждение (конусами, сигнальными лентами) с установкой информационных стендов: «Осторожно! Ведутся взрывные работы»;
- осуществлен вывод людей, не связанных с заряданием, за пределы запретной зоны;
- произведено распределение взрывчатого вещества по скважинам взрываемого блока;
- зарядание скважин;
- осуществлен вывод людей, не связанных с монтажом взрывной сети, за пределы опасной зоны;
- осуществлен вывод технологического оборудования за пределы опасной зоны;
- выполнен спуск боевиков в скважину, надежно зафиксирован на поверхности льда волновод. Инициирование скважинного заряда осуществляется дублированием, с применением двух боевиков: первый – в донной части заряда; второй – в верхней части заряда, на глубине 1/3 от длины заряда;
- зарядание скважины выполнялось гранулотолом, с контролем уровня заряда поверенной рулеткой Р20Н2Г с грузом;
- выполнено извлечение обсадной трубы, при помощи автомобильного крана;

– закреплен волновод на поверхности льда, для дальнейшего монтажа взрывной сети.

После завершения всех подготовительных работ начались работы по непосредственному взрыванию заряженного блока:

- подача предупредительного сигнала;
- введение опасной зоны, организация ее охраны;
- монтаж взрывной сети;
- проверка качества монтажа взрывной сети;
- отход взрывперсонала в безопасное место;
- подача боевого сигнала;
- перед проведением взрывных работ по основному взрыванию выполнен подрыв в воде шашки массой 200 грамм, для отпугивания представителей морской фауны;
- основное взрывание (рис. 2).



Рис. 2. Момент подледного взрыва

В результате органолептического, а впоследствии и геодезического контроля разлета осколков горной массы возник вопрос о целесообразности эвакуации техники и персонала, поскольку радиус разлета осколков составил не более 42 метров.

Визуальное наблюдение в момент взрыва выявило, что:

- подавляющий объем горной массы, движущейся в результате детонации взрывчатого вещества направлен в строго вертикальном направлении над взрываемым блоком;
- толщина воды и ледового покрова значительно снизили радиус бокового разлета осколков. По данным геодезических замеров максимальное значение бокового разлета составило ~ 42 м.

При этом, согласно действующим нормативным документам [5], расчетная зона поражения осколков составляет – 500 м.

В результате проведенного эксперимента, для дальнейшего анализа и расчета фактической зоны разлета осколков горной массы получены следующие параметры:

- толщина ровного льда составляла – 1,65 м;
- среднее значение прочности льда на сжатие составляет – 0,26 мПа;
- среднее значение толщи воды – 8,7 м;
- фактический разлет осколков – 42 м.

Определено, что наличие ледового укрытия, а также толщина воды оказывают значительный положительный эффект на характер и величину разлета осколков.

Литература

1. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».
2. Белов, М. И. Северный морской путь / М. И. Белов // Большая Советская энциклопедия: в 30 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. – М., 1976.
3. Северный морской путь (СМП) // Большая энциклопедия: в 62 т. / гл. ред. С. А. Кондратов. – М., 2006. – Т. 44.
4. Северный морской путь (СМП) // Морской энциклопедический справочник: в 2 т. / под ред. Н. Н. Исанина. – Л., 1986. – Т. 2.
5. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения». Приказ Ростехнадзора от 03.12.2020 года № 494.

УДК: 631.4

Мониторинг эколого-мелиоративного состояния длительно используемых мелиорированных земель

Курчевский С. М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Возросшее антропогенное влияние на природные экосистемы, требует проведения мониторинга их эколого-мелиоративного состояния. Разработка количественных критериев оценки и прогноза загрязнения мелиорируемых земель, поможет в принятии оперативных решений проблемы.

Оценка состояния природных систем осуществляется с помощью большого числа параметров, которые непросто превратить в объективную характеристику состояния агроландшафта конкретной территории. Эти сложности усугубляются слабой разработанностью экологического нормирования,